

Nach

Jamtal Ferner
Massenhaushalt 1988 / 89

Jamtal Ferner
Massenhaushalt 1988 / 89

Der Dienst des Hydrographischen Dienstes der Tiroler Landesregierung
Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität
Innsbruck hat im Herbst 1988 begonnen, den Massenhaushalt des Jamtal
Ferner nach der direkten glaziologischen Methode zu bestimmen. Der
vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und
bezieht sich auf das hydrologische Jahr 1988/89.



Die Abbildungen 1 - 3 und die Karte in Abbildung 4 zeigen, daß der
Jamtal Ferner eine kurze Zunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis
**Bericht über Messungen des Instituts für Meteorologie
und Geophysik der Universität Innsbruck**
im Jamnaberg, rund 3000 m Höhe, erstreckt. Abbildung 1 ist aus
etwa 3000 m Höhe aus aufgenommen und gibt eine Übersicht über den
Jamtal Ferner und seine Umgebung am 23. 9. 1988. Vom selben Flug
wurde das Umschlagbild, das die Zunge und den östlichen Teil des

Jamtal Ferner Massenhaushalt 1988 / 89

Bericht über Messungen des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck

Im Auftrag des Hydrographischen Dienstes der Tiroler Landesregierung hat das Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck im Herbst 1988 begonnen, den Massenhaushalt des Jamtal Ferners mit der direkten glaziologischen Methode zu bestimmen. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Arbeiten und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 1988/89.

1. Die Lage des Untersuchungsgebiets

Der Jamtal Ferner entwässert über das Jamtal in die Trisanna im Einzugsgebiet des Inn. Mit einer Fläche von 3,85 km² (1989) hat er an der gesamten vergletscherten Fläche des Jamtals heute einen Anteil von rund 50 %. Weitere topographische Daten sind in Tabelle 1 angeführt.

Jamtal Ferner

Fläche im Jahr	1969	4,13	km ²
	1989	3,85	
Höchster Punkt		3160	m
Tiefster Punkt	1989	2420	m
Gletscherlänge	1989	2,5	km
Exposition			
Akkumulationsgebiet		Nord, teilweise West	
Ablationsgebiet		Nord	

Tabelle 1: Topographische Kennzahlen des Jamtal Ferners

Die Abbildungen 1 - 3 und die Karte in Abbildung 4 zeigen, daß der Jamtal Ferner eine kurze Zunge im Höhenbereich von etwa 2400 bis 2600 m hat. Bis knapp 2800 m Höhe folgt ein weites, zusammenhängendes Becken, das sich mit kurzen Steilstufen in mehrere Mulden in Kammnähe, rund 3000 m Höhe, erstreckt. Abbildung 1 ist aus ca. 3500 m Höhe aus aufgenommen und gibt eine Übersicht über den Jamtal Ferner und seine Umgebung am 23. 9. 1989. Vom selben Flug stammt das Umschlagbild, das die Zunge und den östlichen Teil des

Jamtal Ferners so wie links den Chalausferner zeigt. Abbildung 2 zeigt den südöstlichen Teil zwischen den Chalausköpfen (3120 m) links im Hintergrund und der Gams Spitze (3114 m) in der Mitte, und rechts den südlichen Teil bis zur Vorderen Jam Spitze (3178 m) am 12. 9. 1988. Abbildung 3 schließt von der Gletschermitte aus aufgenommen an der Westseite der Vorderen Jam Spitze an, zeigt davor die Felsinsel (2924 m), in der Mitte den Ochsenkopf (3057 m), weiter rechts die Tiroler Scharte (2935 m, etwas verdeckt) und ganz rechts den kleinen Gletscher, der zwischen Tiroler Kopf (3095 m) und dem Rauhen Kopf (Gipfel nicht mehr im Bild) liegt.



Abbildung 1: Jamtal Ferner am 23. 9. 1989

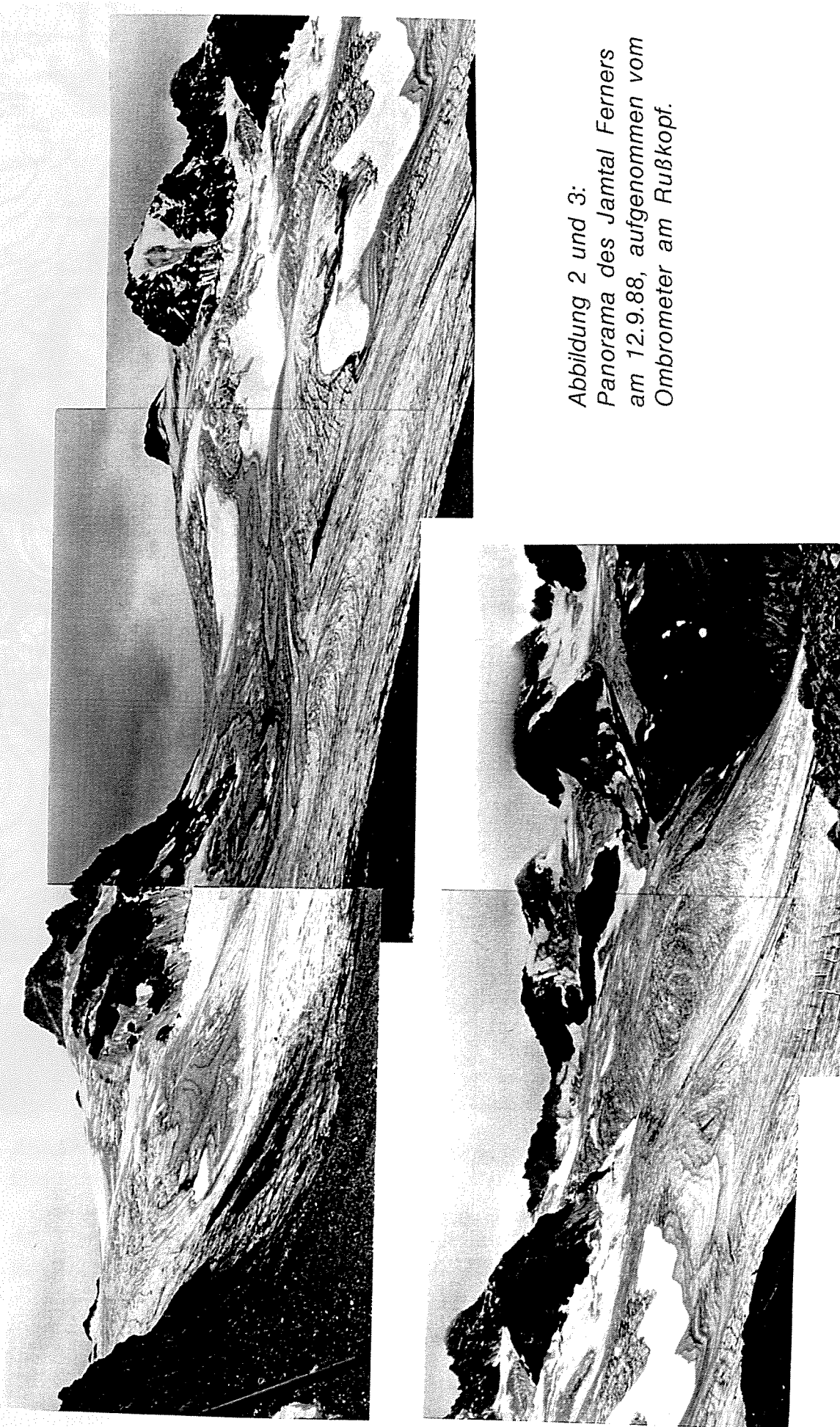


Abbildung 2 und 3:
Panorama des Jamtal Ferners
am 12.9.88, aufgenommen vom
Ombrometer am Rußkopf.

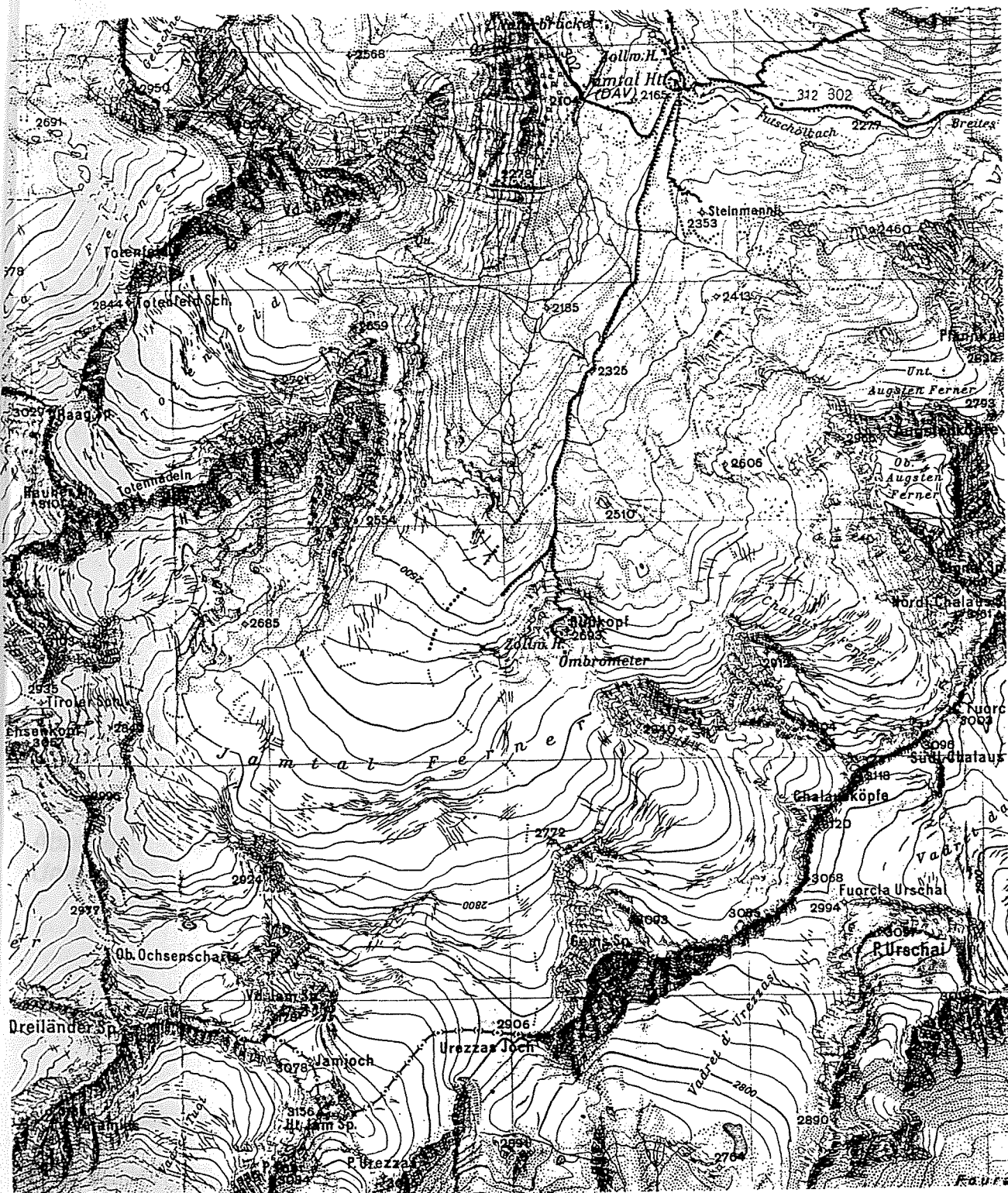


Abbildung 4 : Karte des Jamtal Ferners, AV-Karte 1 : 25.000, 1989, Gletscherstand 1957

Abbildung 4 zeigt den Jamtal Ferner und seine Umgebung, Abbildung 5 ein digitales Geländemodell aufgrund dieser Karte.

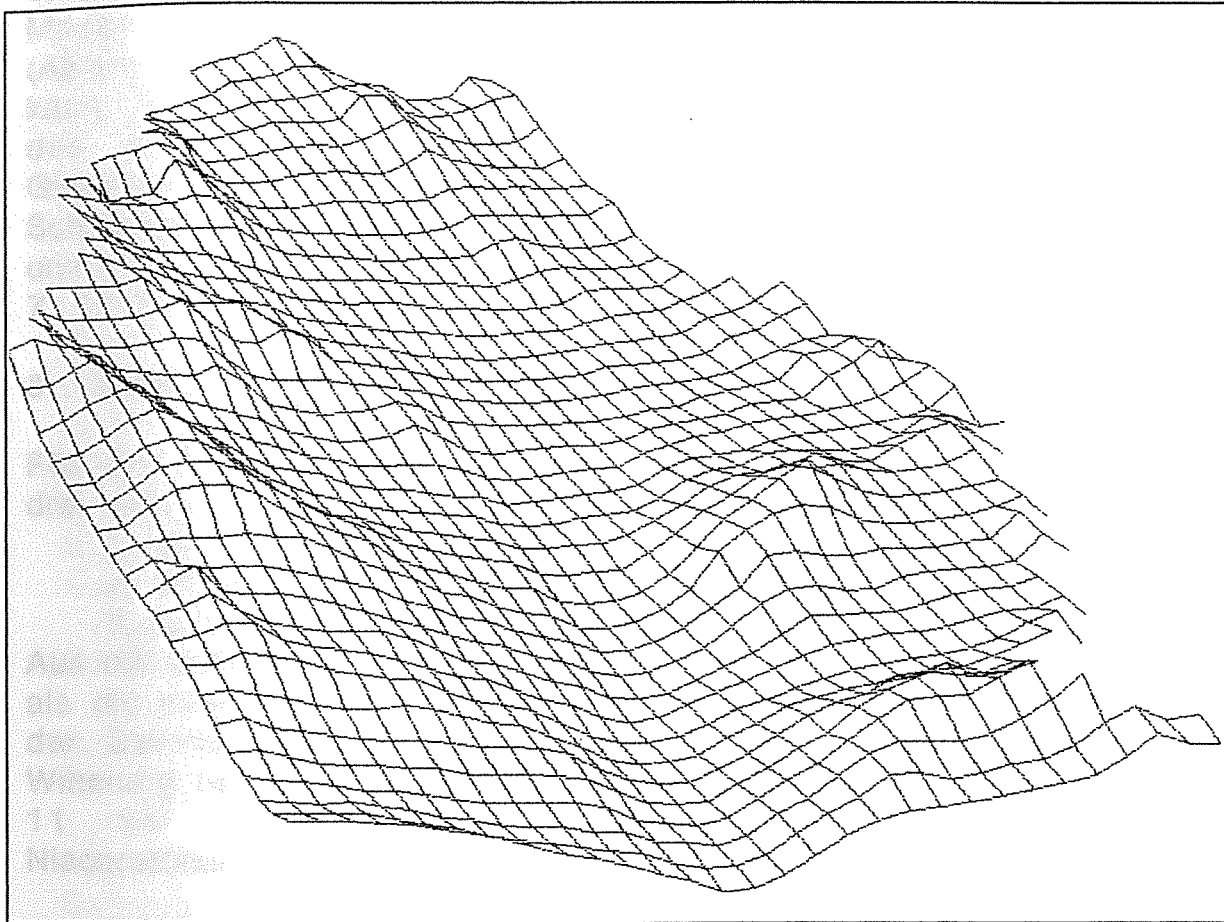


Abbildung 5: Digitales Geländemodell des Jamtal Ferners und seiner Umgebung.

2. Die Methode der Massenhaushaltsbestimmung

Massenhaushaltsuntersuchungen nach der glaziologischen Methode beruhen auf direkten Messungen an verschiedenen Stellen eines Gletschers, bei denen für die Dauer eines hydrologischen Jahres - also vom 1. Oktober bis zum 30. September des Folgejahres - Massengewinn oder Massenverlust gemessen werden. Aus der Integration von Punktmessungen über die gesamte Gletscherfläche erhält man die Massenänderung gegenüber dem Vorjahr.

Im Ablationsgebiet (Zehrgebiet) eines Gletschers errechnet man den Massenverlust mit Hilfe von ins Eis eingebohrten Stangen (Ablationspegeln), an denen man die Abschmelzbeträge direkt ablesen kann. Im Akkumulationsgebiet (Nährgebiet) muß man zur Bestimmung des Schneezuwachses einen Schacht bis zur vorjährigen Gletscheroberfläche graben und aus seiner Tiefe und der gemessenen Schneedichte den Wasserwert bestimmen. Die dazu nötigen Feldarbeiten und Kontrollmessungen wurden am 11. - 12. 11. 1988, am 4. - 6. 5., 26. 7., 18. 9., 23. 9. und am 18. - 19. 10. 1989 durchgeführt.

3. Witterungsverlauf 1988/89:

Für den Massenhaushalt eines Gletschers in unserer Alpenregion sind drei meteorologische Parameter von besonderer Bedeutung:

1. der Niederschlag während des Winters,
2. die Sommertemperatur und
3. die Anzahl und Menge der Neuschneefälle während des Sommers.

Aus der praktischen Erfahrung wird in diesem Zusammenhang der Winter als die sieben Monate von Oktober bis einschließlich April genommen, der Sommer vom Mai bis September. Die folgenden Angaben zur Witterung beziehen sich auf die Station Galtür in 1648 m Seehöhe, ca. 11 km nördlich des Gletscherendes. Temperatur- und Niederschlagsdaten dieser Station sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

3.1 Der Winter 1988/89

Verglichen mit dem Zeitraum 1951 - 1980 war der Winter 1988/89 (Oktober bis April) in Galtür zu warm. Beträgt das langjährige Mittel - 2,3 ° C, so lag der Wert 88/89 mit -0,9 ° C um 1,4 ° C darüber. Mit Ausnahme des Novembers waren alle Monatsmittel zu warm. Der Winterniederschlag erreichte in Galtür mit 303 mm nur 81 % des langjährigen Mittels von 376 mm, wobei der Jänner mit 7 mm extrem trocken und der April mit 83 mm deutlich zu naß waren.

3.2 Der Sommer 1989

Obwohl das Temperaturmittel für die 5 Sommermonate (Mai - September) unter dem Durchschnitt lag, 8,8 ° C gegenüber dem langjährigen Mittel von 9,3 ° C, gab es in diesem Sommer nur einen Kaltlufteinbruch anfangs August, der den Gletschern etwas Neuschnee brachte. Mit 529 mm fiel fast die mittlere Niederschlagsmenge von 566 mm, wobei der Mai viel zu trocken und der Juli bei 22 Regentagen zu

feucht war. Insgesamt war das hydrologische Jahr 1988/89 mit 3,1 ° um 0,6 ° zu warm und mit 832 mm Niederschlag um 110 mm zu trocken.

Monat	Temperatur Grad C		Niederschlag mm	
	1988/89	1951-1980 Mittel	1988/89	1951-1980 Mittel
Oktober	5,7	3,6	52	57
November	-3,9	-1,7	24	60
Dezember	-3,5	-5,2	57	55
Januar	-4,9	-6,3	7	55
Februar	-2,7	-5,4	39	48
März	1,3	-2,4	41	51
April	2,0	1,2	83	50
Winter	-0,9	-2,3	303	376
Mai	6,3	6,1	39	76
Juni	7,8	9,6	93	118
Juli	11,6	11,5	174	144
August	10,8	11,0	124	140
September	7,3	8,2	99	88
Sommer	8,8	9,3	529	566
hydr. Jahr	3,1	2,5	832	942

Tabelle 2: Klimadaten 1988/89 an der Station Galtür

Abbildung 6: Lage der
Jamtal Ferner. Die ...

4. Der Massenhaushalt des Jamtal Ferners 1988/89

4.1 Die Winterbilanz 88/89

Vom 4. - 6. Mai 1989 wurde die Frühjahrsbegehung zur Bestimmung der winterlichen Schneerücklage durchgeführt. Insgesamt wurden 10 Schächte zwischen 2420 m und 2980 m Seehöhe bis zur Gletscheroberfläche des vergangenen Herbstes gegraben, wobei die Identifikation dieses sogenannten Herbsthorizontes keine

Schwierigkeiten bereitete. Abbildung 6 gibt die Lage der Schächte wieder.

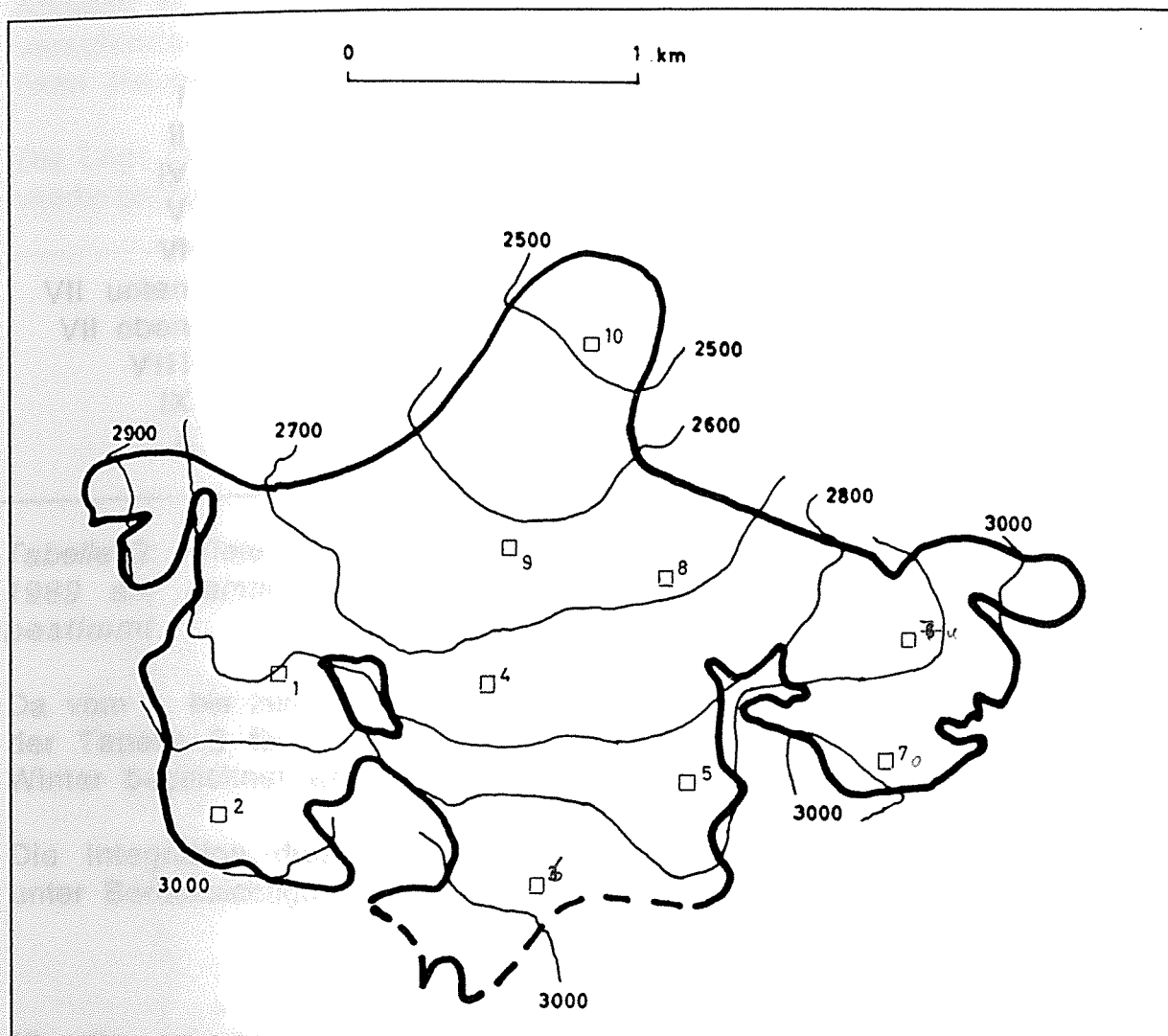


Abbildung 6: Lage der Schneeschächte (Quadrats) im Mai 1989 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m ⁻³	mm
I	2790	330	410	1340
II	2935	393	390	1540
IV	2720	269	390	1050
V	2830	284	410	1160
VI	2980	292	400	1160
VII unten	2890	280	400	1120
VII oben	2970	260	400	1040
VIII	2680	283	400	1130
IX	2570	280	400	1120
X	2420	262	400	1050

Tabelle 3: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschächte vom Mai 1989 am Jamtal Ferner. Die Höhe wurde mit dem Höhenmesser bestimmt.

Da vom 1. bis zum 6. Mai 1989 kein Niederschlag fiel, gelten die Werte der Tabelle 3 für die fünf Monate von Oktober bis April, die hier als Winter bezeichnet werden.

Die Integration dieser Werte über die einzelnen Höhenstufen ergibt unter Berücksichtigung der Orographie einen Wasserwert von

$$B_{wi} = 4,05 \times 10^6 \text{ m}^3$$

für die gesamte Winterbilanz. Das entspricht umgerechnet auf die Fläche einer mittleren spezifischen Winterbilanz von

$$b_{wi} = 1052 \text{ mm.}$$

4.2 Die Jahresbilanz des Jamtal Ferners.

Die Jahresbilanz wird in ähnlicher Weise errechnet, nur kommt zu den Schneeschächten im Akkumulationsgebiet noch die Messung des Eisverlustes mit Ablationspegeln im Zehrgebiet hinzu. Die Ablationspegel wurden im Herbst 1988 eingebohrt und während des Jahres 1989 mehrmals kontrolliert, die Herbstbegehung fand vom 18. bis 19.10.1989 statt. Mit dem sogenannten fixen glaziologischen

Haushaltsjahr werden die Bilanzwerte für die Zeit vom 1. Oktober bis zum 30. September des nächsten Jahres bestimmt, unabhängig davon, wann das Ende der Ablation tatsächlich eintrat. Da dieses Ende der Ablation ja in Wirklichkeit an verschiedenen Punkten des Gletschers zu verschiedenen Zeiten eintritt, ist die pragmatische Verwendung des fixen Haushaltsjahrs vorzuziehen.

Die Lage der Pegel und der Schneeschächte im Herbst ist in Abbildung 7 wiedergegeben, die Jahres-Ablations-Werte in mm Wasser in Tabelle 4.

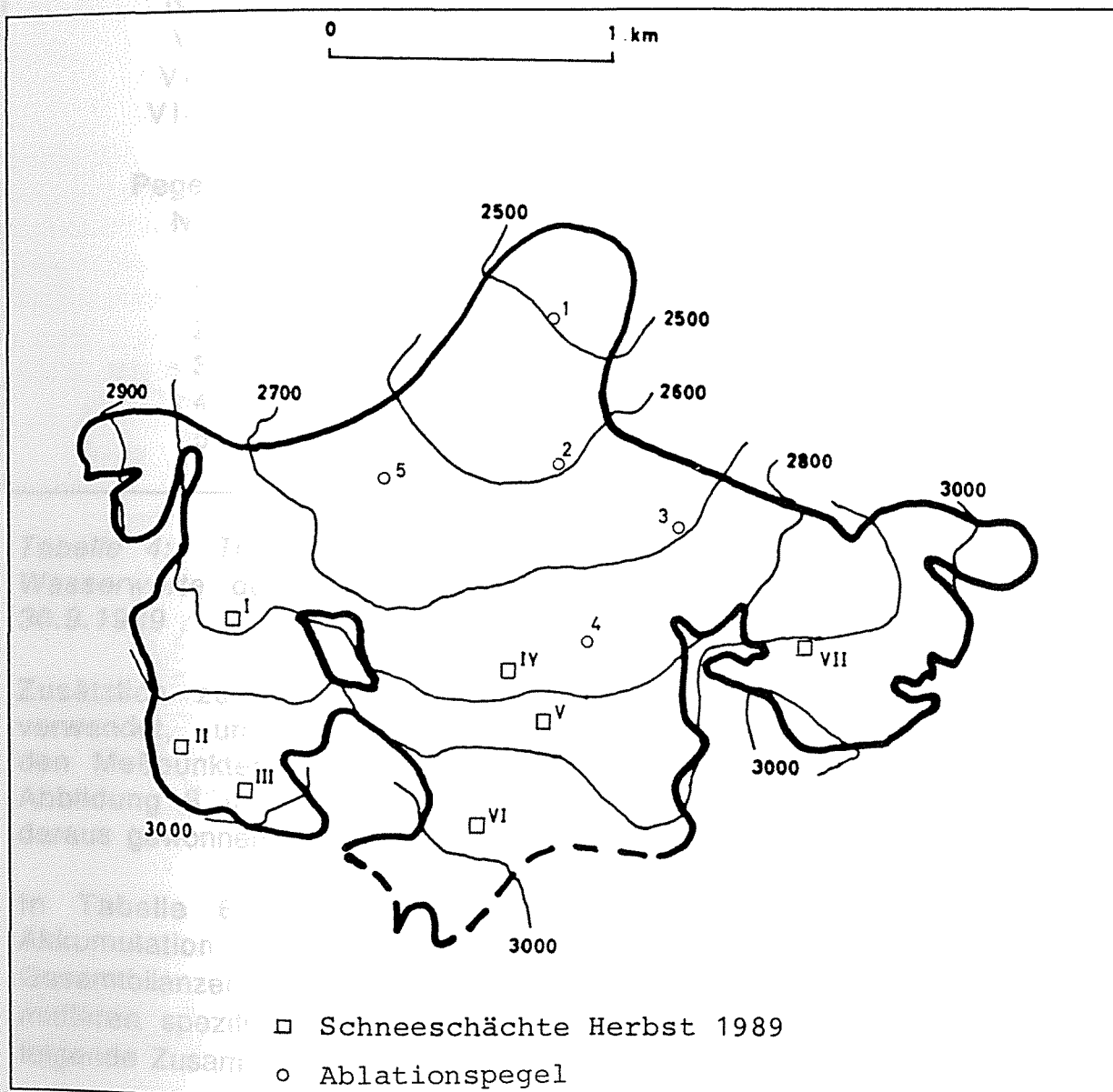


Abbildung 7: Die Lage der Schneeschächte (Quadrate) und der Pegel (Kreise) im Herbst 1989 am Jamtal Ferner. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Schacht	Seehöhe	Tiefe	Dichte	Wasserwert
	m	cm	kg m ⁻³	mm
I	2800	19	400	80
II	2925	172	510	880
III	2940	166	460	770
IV	2760	0		0
V	2830	45	470	210
VI	2980	71	460	330
VII	2900	43	480	210

Pegel Nr.	Seehöhe m	Wasserwert mm
1	2470	3200
2	2610	1220
3	2710	1040
4	2760	340
5	2630	1350

Tabelle 4: Tiefe, Dichte und Wasserwerte der Schneeschnähte und Wasserwerte der Ablation an den Pegeln des Jamtal Ferners am 30.9.1989

Zusätzlich zu den Bodenmessungen wurden noch Luftaufnahmen verwendet, um die Schneegrenzen und Rücklagenverteilung zwischen den Meßpunkten zu kartieren. Das Ergebnis dieser Messungen ist in Abbildung 8 in Form von Isolinien der Wasserwerte dargestellt, die daraus gewonnenen Haushaltswerte in den Tabellen 5 und 6.

In Tabelle 6 wurden die Jahreswerte auch nach Flächen mit Akkumulation S_c und Flächen mit Ablation S_a getrennt. Die Gesamtbilanzen dieser Flächen sind B_c und B_a , die entsprechenden mittleren spezifischen Bilanzen sind b_c und b_a . Dabei gelten folgende Zusammenhänge:

$$\begin{aligned} S &= S_c + S_a \\ B &= B_c + B_a \end{aligned}$$

$$b = B / S \qquad b_c = B_c / S_c \qquad b_a = B_a / S_a$$

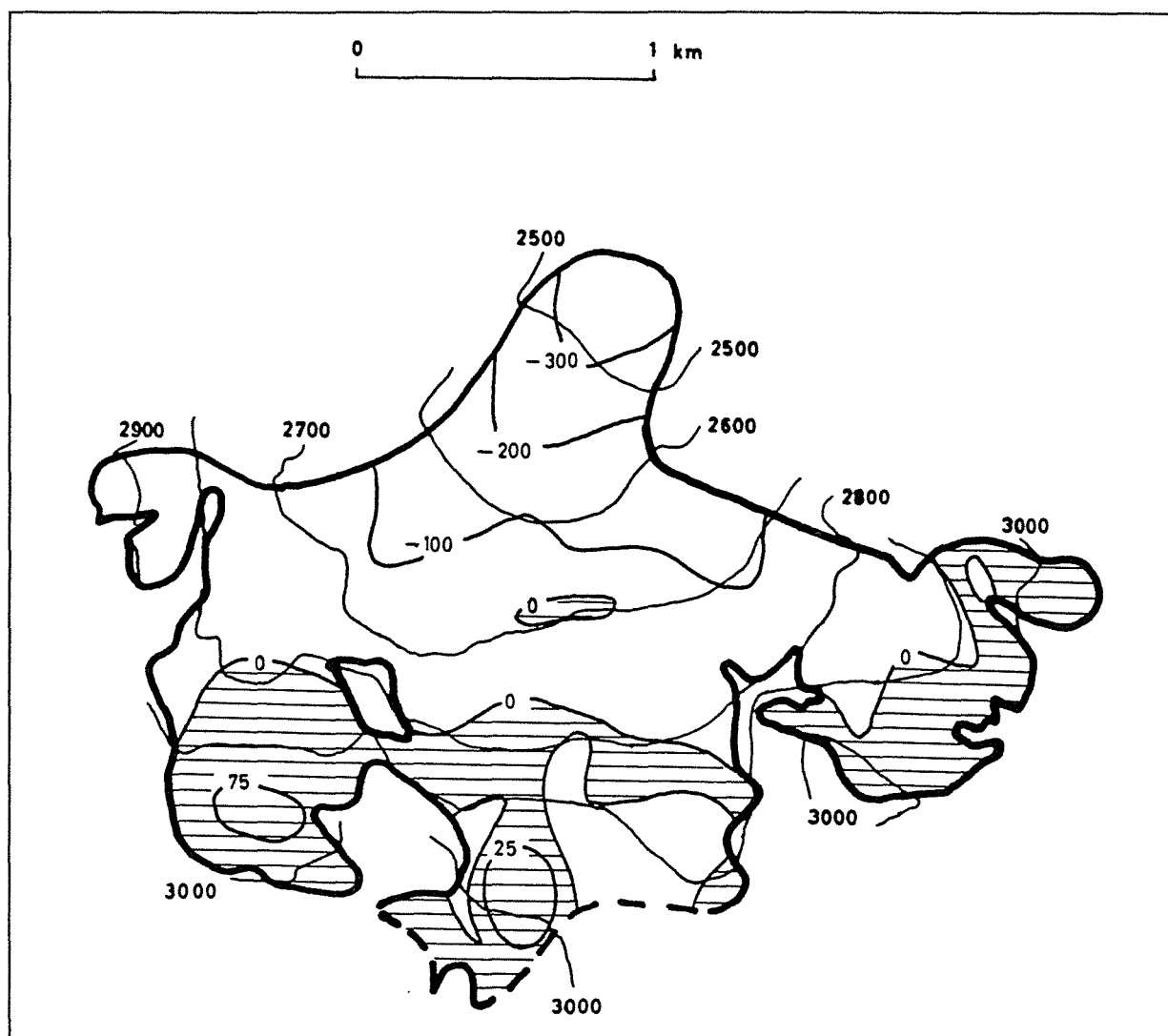


Abbildung 8: Isolinien des spezifischen Massenhaushalts am Jamtal
Ferner 1988/89 in cm Wasseräquivalent.

Höhenstufe	Fläche	Gesamt -bilanz	spezifische Bilanz		
			1988/89	Winter	Sommer
m	km ²	10 ³ m ³	mm	mm	mm
2400-2500	0,125	-393	-3140	950	-4090
2500-2600	0,344	-674	-1960	970	-2930
2600-2700	0,668	-562	-840	1010	-1850
2700-2800	0,854	-268	-310	1080	-1390
2800-2900	0,798	-45	-60	1030	-1090
2900-3000	0,854	204	240	1130	-890
3000-3100	0,210	46	220	1080	-860

Tabelle 5: Die spezifische Massenbilanz am Jamtal Ferner 1988/89 nach Höhenstufen und Jahreszeiten. Alle Bilanzwerte sind als Wasseräquivalent angegeben: 1 mm entspricht 1 kg m⁻².

Akkumulationsgebiet			Flächenverhältnisse	
	S_c	1,313 km ²	S_c/S	0,34
	B_c	$0,42 \times 10^6 \text{ m}^3$	S_c/S_a	0,52
	b_c	324 mm		
Ablationsgebiet			mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie	
	S_a	2,541 km ²		
	B_a	$-2,12 \times 10^6 \text{ m}^3$		2870 m
	b_a	-833 mm		
Bilanz				
	S	3.854 km ²		
	B	$-1,70 \times 10^6 \text{ m}^3$		
	b	-440 mm		
Winter	B_{wi}	$4,05 \times 10^6 \text{ m}^3$		
	b_{wi}	1052 mm		
Sommer	B_{so}	$-5,75 \times 10^6 \text{ m}^3$		
	b_{so}	-1492 mm		

Tabelle 6: Kennzahlen der Massenbilanz des Jamtal Ferners 1988/89

Insgesamt erbrachte das glaziologische Haushaltsjahr 1988/89 einen Massenverlust von

$$B = -1,7 \times 10^6 \text{ m}^3 \quad \text{oder}$$

$$b = -440 \text{ mm oder kg m}^{-2}$$

Die mittlere Höhe der Gleichgewichtslinie wird üblicherweise aus dem Höhenverlauf der spezifischen Jahresbilanz bestimmt, wie er in Abbildung 9 wiedergegeben ist. Die Werte der Akkumulation B_c und b_c sind Jahresbilanzen der Akkumulationsfläche S_c , die der Ablation B_a und b_a gelten für S_a .

Naturgemäß ergibt sich bei den Jahresbilanzmessungen im Gegensatz zu den Wintermessungen eine starke Abhängigkeit der Ablations- und Akkumulationsbeträge mit der Höhe, wie es in Abb. 9 anschaulich dargestellt ist.

Die Sommerbilanz wurde als Differenz zwischen Jahreswert und Winterwert berechnet

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad \text{und daher} \quad b_{so} = b - b_{wi}$$

und außerdem

$$b_{wi} = B_{wi} / S \quad \text{und} \quad b_{so} = B_{so} / S$$

$$b_{so} = -1492 \text{ mm oder kg m}^{-2}$$

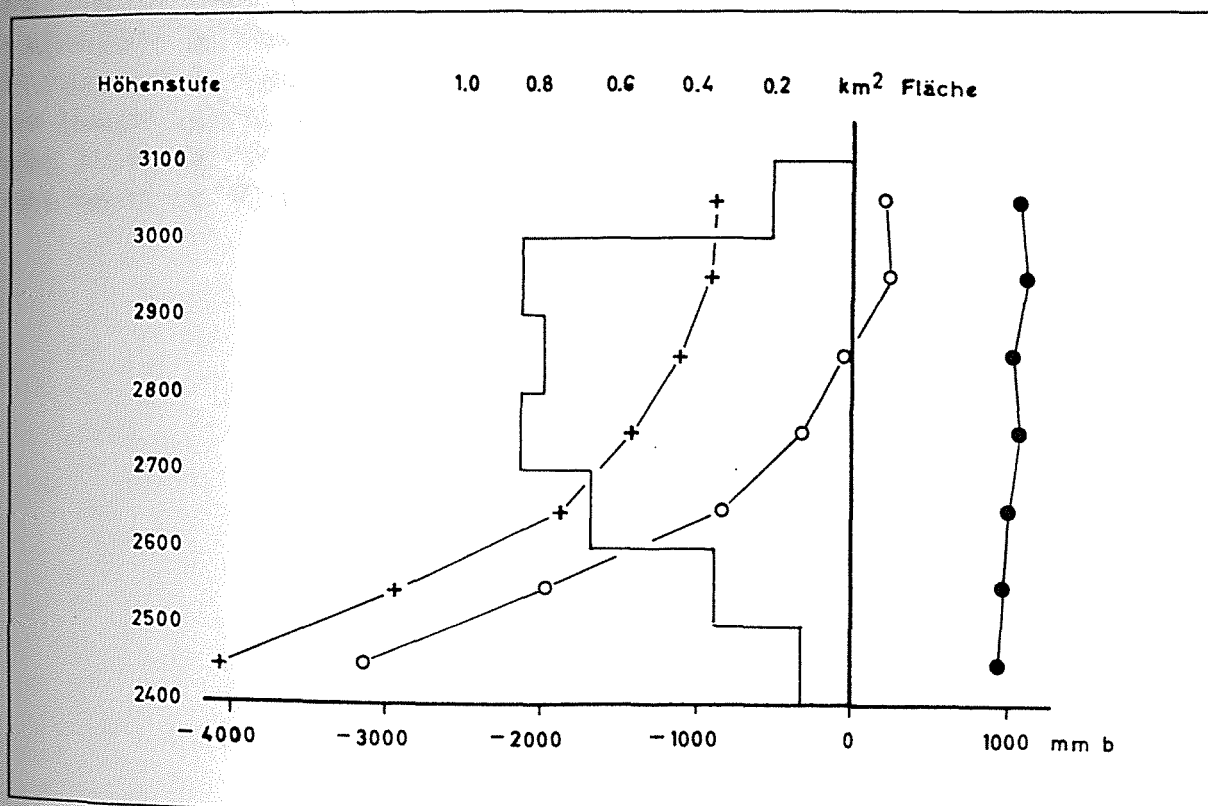


Abbildung 9: Die Verteilung der Flächen des Jamtal Ferners (durchgezogene Linie) und der Flächenmittel der spezifischen Jahresbilanz b (1.10.88- 30.9.89 Kreise), der Winterbilanz b_{wi} (1.10.88- 30.4.89, Punkte) und der Sommerbilanz b_{so} (1.5. - 30.9.89, Kreuze) für 100-m-Höhenstufen.

6. Längenänderungen der Gletscherzungen

Nach den Messungen des Österreichischen Alpenvereins veränderte sich die Position des Zungenendes entsprechend der negativen Bilanz wie folgt:

Jamtal Ferner 1988/89:	- 6,5 m
seit 1969:	-112 m

7. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von G. Markl geleitet und mit Hilfe von E. Hagenauer, M. Herovitsch, U. Mast, A. Neururer, P. Parson, P. Pöschl, P. Rainer und E. Schlosser durchgeführt, die Analyse stammt von G. Markl, der Bericht von M. Kuhn und G. Markl. Für die Überlassung von Klimadaten wird Herrn Dr. W. Gattermayr vom Hydrographischen Dienst in Innsbruck und Herrn Dr. K. Gabl von der Wetterdienststelle Innsbruck gedankt.